

Monitoramento e Diagnóstico da Qualidade da Energia Elétrica Fornecida a um Consumidor Industrial Atendido em Tensão de Distribuição

Tatiana Nesralla Ribeiro

Alexandre Francisco Maia Bueno

Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG

Av. Barbacena 1200 - Santo Agostinho

30123-970 - Belo Horizonte -(MG)

Tel : (031) 299-3024

Resumo : Os consumidores industriais cada vez mais investem em melhorias para produtividade, principalmente com a instalação de Acionamentos a Velocidade Variável (AVV) e Controladores Lógicos Programáveis (CLP), os quais necessitam de uma certa qualidade da energia. A CEMIG tem recebido reclamações de consumidores industriais de diferentes ramos, os quais queixam de perdas na sua produção devido a problemas com a energia fornecida. Este artigo descreve brevemente o trabalho de diagnóstico da Qualidade da Energia suprida a um Consumidor Industrial de Distribuição.

Palavras-chaves : monitoramento da qualidade da energia, soluções de distribuição para a qualidade da energia

Abstract : The industrial end-users every time invest in equipments to improve their productivity, installing Adjustable Speed Drives (ASD) and Programmable Logic Controllers (PLC). The CEMIG are being receiving complaints from several customers concerning losses results of the Power Quality supply. This article shortly describe the diagnostic of Power Quality to one industrial customer of distribution network.

Keywords : Monitoring of Power Quality, Solutions of Power Quality.

1. INTRODUÇÃO

É cada vez maior o grau de exigência dos consumidores relativamente à qualidade da energia fornecida, e uma parte dos problemas que resultam em distorções da qualidade são decorrentes de distúrbios no sistema da concessionária ou de problemas na planta industrial do consumidor. As concessionárias, principalmente as equipes que trabalham no atendimento ao consumidor, desconhecendo a real dimensão dos problemas, sempre procuram efetuar melhorias no sistema que atende o consumidor diretamente, e que podem não ser suficientes para solucionar os problemas de qualidade.

A Nestlé apresentou reclamações à Região de Distribuição de Montes Claros, relativamente a unidade industrial produtora do leite condensado. Os trabalhos de monitoramento da qualidade da energia elétrica fornecida a este consumidor se deram entre julho a dezembro, de 95 a 96 [3], bem como as análises das ocorrências dos sistemas.

1.1- O sistema elétrico da região

Este consumidor está localizado a 9.650 m da SE Montes Claros 2 e é atendido através do

alimentador 13,8 kV, MCLD-202 F4, aéreo, CA 336,4 (Figura 2), e que atende também uma parte do distrito industrial de Montes Claros

O Sistema de Transmissão que atende as subestações de Montes Claros, consiste de duas fontes de alimentação via SE Várzea da Palma, que transmitem em 138 e 345 kV, respectivamente, para as SE's Montes Claros 1 e Montes Claros 2 (figura 1). A SE Montes Claros 2 possui 2 transformadores de 25 MVA e níveis de curto circuito monofásico igual a 4.803 A (-89,46 °) e trifásico igual a 4.614,7 (-89,22 °), no barramento de 13,8 kV.

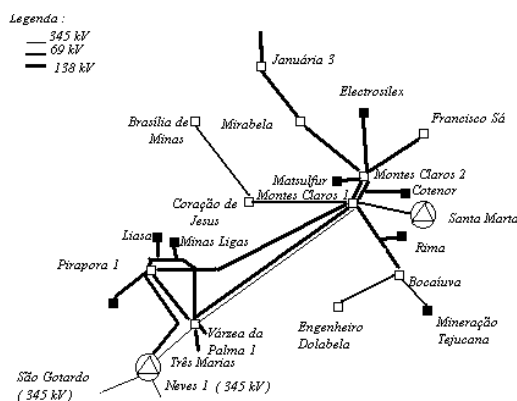


Figura 1

1.2 - O processo do consumidor

O processo de produção do leite condensado é todo controlado através dos controladores lógicos programáveis (CLP) e dos acionamentos a velocidade variável (AVV) que controlam a velocidade dos motores. Durante todo o processo, o leite não entra em contato com o meio ambiente, e quando ocorre uma falta no sistema, interrompendo o processo, o leite queima entre as tubulações e caldeiras da esterilização, resultando em perdas da produção e tempo gasto para limpeza, que dura de 6 a 7 horas, antes da retomada do processo. Algumas faltas também resultam em perdas de programação dos controles do processo, sendo necessário também a reprogramação e reajustes dos controladores lógico programáveis. Devido a isto, o consumidor dotou as proteções de baixa tensão, que atendem a área das cargas sensíveis (CLP e AVV), de relés de subtensões com ajustes mais rigorosos, mais sensível que os acionamentos e controladores, afim de evitar a necessidade e reprogramação dos controles que estariam resultando em riscos para a qualidade de produção. Os disjuntores atuam em seqüência, ajustados para 78 % e 113 % da tensão nominal e temporizados para 0,4 segundos (25 ciclos), faixas adotadas para preservar os acionamentos e os controladores das variações de tensões.

O consumidor possui bancos de capacitores para correção do fator de potência (0,97); 2 bancos fixos de 12,4 kVAr e 2 bancos automáticos de 18 kVAr. A demanda contratada é 1200 kW na ponta e 1400 kW fora de ponta.

2. ESTATÍSTICAS DAS OCORRÊNCIAS DOS SISTEMAS

A ocorrência dos anos 1995 e 1996 nos sistemas de transmissão e distribuição, resumidos nos quadros 1 e 2, mostram que todos os bloqueios e religamentos no alimentador de distribuição que atende o consumidor resultam em problemas para sua linha de produção. Entretanto, nestes anos, as ocorrências nos alimentadores adjacentes não o afetaram; e 35 % das ocorrências dos sistemas de transmissão resultaram em problemas para o consumidor.

Quadro 1 - Total de ocorrências nos anos 95/96

	1995	1996	Total
Ra alimentador do consumidor	16	4	20
RA nos alimentadores da SE	5	22	27
Bloq. alimen. do consumidor	4	0	4
Bloq. alimen. da SE	4	3	7
Ger. Transmissão	55	83	138

Não identificadas	4	5	9
Total	88	117	205

Quadro 2 : Ocorrências de 95/96 que foram percebidas pelo consumidor .

	1995	1996	Total
Ra alimentador do consumidor	16	4	20
RA nos alimentadores da SE	0	0	0
Bloq. alimen. do consumidor	5	0	5
Bloq. alimen. da SE	0	0	0
Ger. Transmissão	30	19	49
Não identificadas	4	7	11
Total	55	30	85

3. MONITORAMENTO DA QUALIDADE

O monitoramento da qualidade da energia elétrica é sempre necessário, primeiro para verificar a fonte dos distúrbios reclamados, aferir a real sensibilidade das cargas que estão apresentando problemas, e checar os valores medidos com os limites existentes para os distúrbios e avaliar os níveis das proteções necessárias.

Os equipamentos a serem utilizados para o monitoramento devem permitir capturar e visualizar os fenômenos relativos a qualidade da energia elétrica[1]. Portanto é necessário conhecer a amplitude dos problemas descritos pelo consumidor numa visita preliminar. Neste primeiro contato com o consumidor pode-se verificar a real dimensão dos problemas e até solucionar-se alguns problemas como por exemplo aqueles relacionados ao aterramento, que resultam em interferências e até operações indevidas de equipamentos internos da planta industrial.

Muitas das vezes os problemas podem ser de dimensionamentos inadequados e uma medição mais rigorosa deve ser feita com equipamentos adequados, como é o caso de um analisador de distúrbios.

Para o monitoramento desse consumidor foram utilizados basicamente o analisador e medidor de distúrbios (Equipamento 1) e até um analisador de harmônicas (Equipamento 2), como especificados abaixo, e que foram instalados nos pontos 1 e 2 (Figura 2):

Equipamento 1 - Medição simultânea das correntes e tensões das três fases (taxa de amostragem de 4Mhz) para variações a partir de ½ ciclo das grandezas; Instalado no ponto 1 (Figura 2), após a medição da concessionária de julho a setembro e no ponto 2, após um disjuntor de baixa tensão, de setembro a dezembro.

Equipamento 2 - Mede a amplitude e percentagem dos harmônicos de corrente e tensão até 50^a ordem da fundamental ou valor absoluto (em Hz), instalado nos pontos 1 e 2 durante 4 horas cada um.

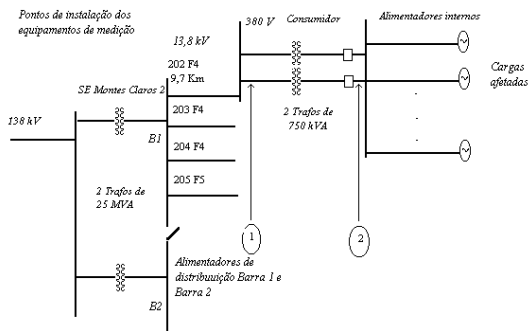


Figura 2

3.1 - Os resultados das medições

Os registros obtidos com o equipamento 1, mostram um grande número de variações de corrente do tipo mergulho (Sag) e salto (Swell) e que são o resultado da grande solicitação das cargas do consumidor, como partidas de motores, entradas ou saídas de cargas, ilustrado nas figuras 3 e 4.

Algumas variações na tensão também do tipo mergulho¹ (Sag) e salto (Swell), foram registradas, mas poucas coincidiram com as ocorrências que afetaram o consumidor. As figuras 5 a 11 mostram alguns dos gráficos obtidos destes registros, com as respectivas ocorrências relacionadas.

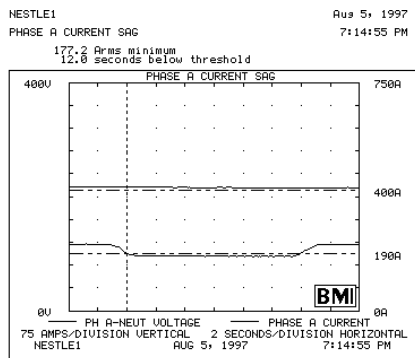


Figura 3 - Medição realizada no ponto 2, de variação de corrente do tipo mergulho

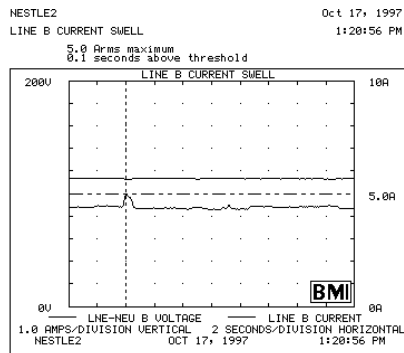


Figura 4 - Medição realizada no ponto 2, de variação de corrente do tipo salto

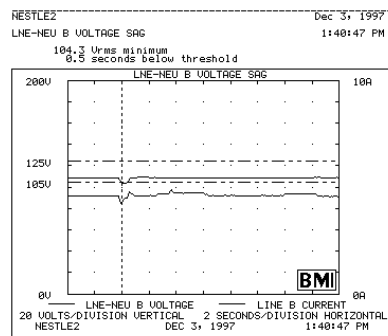


Figura 5 - Medição realizada no ponto 1, de variação de tensão tipo mergulho, coincidente com desarme do disjuntor da SE Montes Claros 2, e conseqüente desarme do alimentador 204 F4 da SE (Figura2).

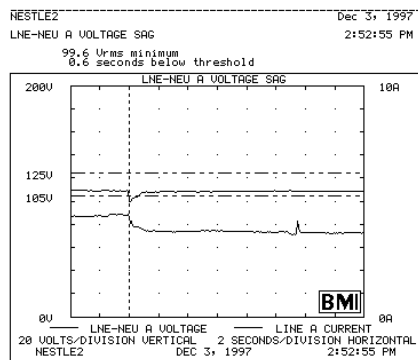
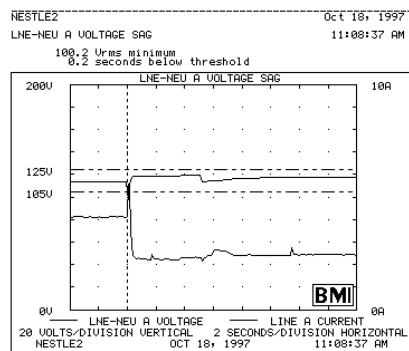


Figura 6 - Medição realizada no ponto 2, de variação de tensão do tipo mergulho, coincidente falta da figura 5.



¹ Nota do autor : A tradução do termo Sag é utilizada aqui no texto como Mergulho, entretanto o termo Afundamento é também largamente utilizado na comunidade Brasileira de Qualidade da Energia Elétrica.

Figura 7 - Medição realizada no ponto 2, de variação de tensão do tipo mergulho, coincidente com desarme na LT para SE Montes Claros 2

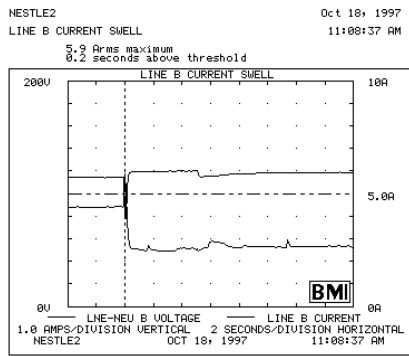


Figura 8 - Medição realizada no ponto 2, de variação de corrente do tipo mergulho, desarme do disjuntor do consumidor como consequência da ocorrência da Figura 7.

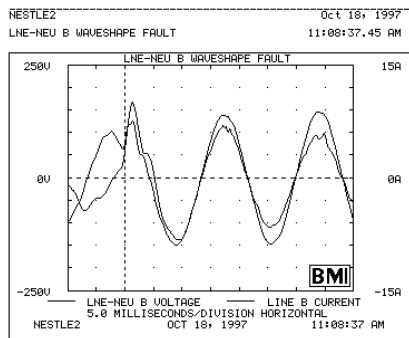


Figura 9 - Medição realizada no ponto 2, de distorção de forma de onda resultado da uma falta na LT, mostrada na figura 7

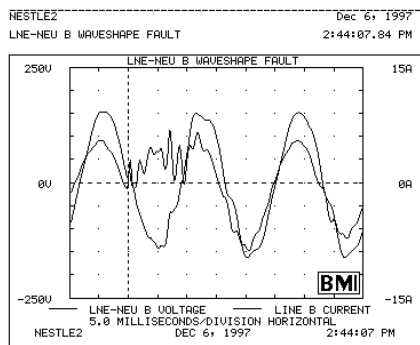


Figura 10 - Medição realizada no ponto 2, de distorção de forma de onda resultado da uma falta transitório ocorrendo na fase B, coincidente com registro da desenergização das malhas Sul/Sudeste

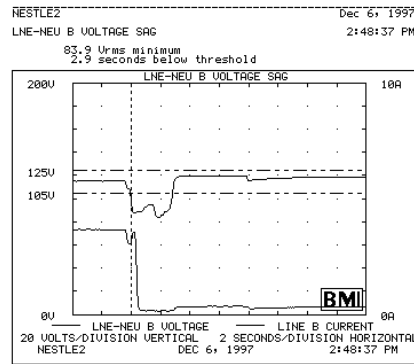


Figura 11 - Medição realizada no ponto 2, de variação de tensão do tipo mergulho resultado da mesma falta da Figura 10.

Na ausência de limites para as ocorrências transitórias, a curva CBEMA[4] tem sido utilizada e alguns dos registros dos mergulhos de tensão foram plotados na figura 5.

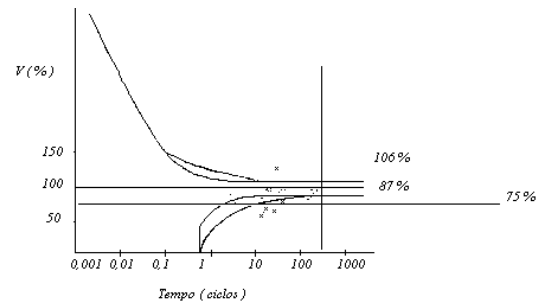


figura 12

As medições com o equipamento 2., de distorções harmônicas, apresentaram os seguintes resultados.

Geral (ponto 1)				SE - Máquina (ponto 2)			
116 V		3 A		116 V		1 A	
THD = 1,6 %		THD 5,0 %		THD = 1,5 %		THD=16,8 %	
harm	%	harm	%	harm	%	harm	%
3	0,5	2	0,3	3	0,4	2	11,5
4	0,1	3	1,8	4	0,1	3	1,9
5	1,5	4	0,9	5	1,4	4	3,8
7	0,1	5	0,3	7	0,1	5	0,9
		6	0,9			6	6,7
		7	1,2			7	1,9
		8	0,3			8	1,9
		9	1,2			9	0,9
		10	0,6			10	2,8
						11	3,8
						13	2,8

4- CONCLUSÕES

Apesar do consumidor possuir um processo sensível devido a presença dos controladores e dos acionamentos a velocidade variável, não são estes equipamentos que param o processo, mas a proteção destes equipamentos.

São algumas faltas que ocorrem nos

sistemas de transmissão e nos alimentadores paralelos (mesma barra SE) ao alimentador que atende ao consumidor que resultam em mergulhos de tensão, associadas a grande solicitação da corrente de carga que contribuem para as operações das proteções. Sendo os ajustes de tempo dos disjuntores para 0,4 segundos (25 ciclos), faixa na qual todos os religadores e disjuntores do sistema da concessionária operam, a consequência será sempre paradas de produção.

As faltas que resultam nos mergulhos; os religamentos, que resultam em interrupções transitórias, e os bloqueios, que resultam em interrupções permanentes, ocorrendo no alimentador que atende ao consumidor; têm todos a mesma gravidade para o processo do consumidor.

Associados a estes problemas estão as saídas dos consumidores das barras de transmissão como a Electrosilex (figura 1), que resultam em elevações rápidas da tensão. Estas sobretensões são devido a característica do sistema, com níveis de curto circuito mais baixos. Sobretensões também ocorrem pelo desequilíbrio do sistema logo após uma falta, podendo atingir até 120 % da tensão.

Os acionamentos e controladores possuem faixas de sensibilidade que variam conforme a marca e modelo. O consumidor possui acionamentos e controladores de diferentes marcas e seria necessário encontrar uma faixa comum na qual todos eles suportariam as variações de tensão. Valores típicos de sensibilidade para acionamentos são para mergulhos de 80 % a 72 % de tensão para 0,05 s (3 ciclos) a 0,2 s (12,5 ciclos), e os controles para 90 % da tensão entre 0,25 (15,6 ciclos) a 0,35 s (21 ciclos) podem apresentar problemas.

Considerando estas faixas, as faltas registradas no sistema, podem tirar estes equipamentos. Existem várias ações para a redução das faltas nos sistemas e para redução da sensibilidade das cargas. Em uma primeira etapa e durante o tempo em que o monitoramento estava sendo executado, algumas ações foram executadas no sistema de distribuição e que resultaram em algumas melhorias relativamente ao número de faltas percebidas pelo consumidor, que podem ser comparadas no quadro 3. Dentre estas ações destacamos :

a) A inspeção visual e termoinspecção em todos os alimentadores da distribuição da SE Montes Claros 2, com a execução imediata dos reparos,

b) A substituição de isoladores de linha em alguns trechos críticos, sujeitos a vandalismo principalmente, para isoladores do tipo poliméricos,

c) A limpeza de faixas e podas de árvores,

d) Acompanhamento das reclamações dos consumidores e pesquisa das causas mais detalhadamente.

Quadro 3 - Ocorrências do sistema em 1997 que foram percebidas pelo consumidor (até 30/07)

	1997
Ra alimentador do consumidor	0
RA nos alimentadores da SE	2
Bloq. alimen. do consumidor	1
Bloq. alimen. da SE	0
Ger. Transmissão	8
Não indentificadas	1
Total	12

O consumidor procurou agilizar as ações para a retomada do processo de produção, que anteriormente duravam de 6 a 7 horas, e atualmente levam menos de 1 hora. Entretanto nenhum ajuste foi feito no sentido de reduzir a sensibilidade dos equipamentos. Ao consumidor sugeriu-se basicamente ações no sentido de especificação do equipamento, a partir da verificação das faixas de sensibilidade dos equipamentos (acionamentos e controladores), além de pesquisar soluções mais específicas com a instalação de condicionamentos da energia disponíveis no mercado.

Para as concessionárias é importante ressaltar que soluções efetivas para alguns problemas de qualidade, como as variações de tensão do tipo mergulho de tensão, devem ser efetuadas concomitantemente com as ações internas na planta industrial. Os problemas são mais ou menos complexos e o resultado das melhorias implementadas poderá aparecer a curto prazo ou mesmo após alguns meses. Muitas das vezes os problemas podem ser evitados na fase de planejamento do consumidor industrial e concessionária. O consumidor deverá verificar a especificação do equipamento no ato da compra, e poderá até checar com a concessionária as probabilidades de ocorrerem mergulhos na faixa de sensibilidade do equipamento. A concessionária poderá também estabelecer uma região menos crítica para alguns consumidores industriais sensíveis.

O monitoramento de qualidade é muito importante tanto para a concessionária quanto para o consumidor, no sentido que estabelece responsabilidades. No caso da Nestlé o número exorbitante de registros dificultou a análise; o tempo gasto com o monitoramento não contribuiu para melhores resultados; a época do ano, com o baixo nível de pluviosidade e consequentemente poucas faltas, e até a uma parada programada da indústria por 30 dias; dificultaram os resultados.

5 - REFERÊNCIAS

[1]- ANSI/IEEE 1159-1995, Recommended Practice for Monitoring Power Quality.

[2]- BMI 1993, Handbook of Power Signature.

[3]- Região de Distribuição de Montes Claros, Assessoria para Planejamento, Operação e Automação da EG- 02.111 -EG/A -1403/07, “Avaliação da Qualidade do Fornecimento de Energia a Nestlé”.

[4] - ANSI/IEEE 446-1995, Recommended Practice for Emergency and Standby Power .

